

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-050066

(43)Date of publication of application : 02.03.1988

(51)Int.Cl.

H01L 29/74
H01L 21/304
H01L 29/06
H01L 29/72

(21)Application number : 61-194267

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 19.08.1986

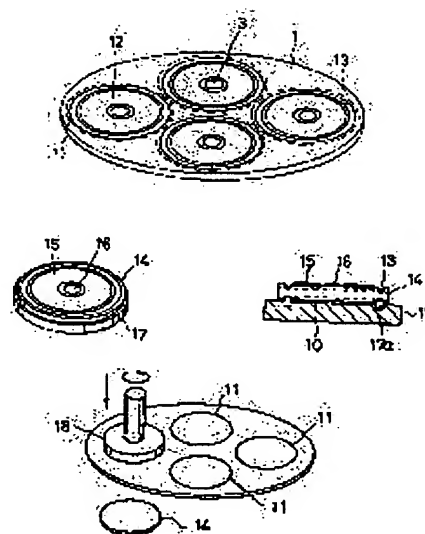
(72)Inventor : SADAMORI MASAOKI

(54) POWER SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent damage along a mesa groove of a large-diameter semiconductor wafer by forming a device by a circular thermal compensating plate with a ring-shaped groove and a circular chip with the mesa groove oppositely faced to the ring-shaped groove.

CONSTITUTION: A cylindrical diamond blade 18 is brought into contact with the outer circumference of a circular glass passivation region 13 in a large-diameter semiconductor wafer 1 and turned at high speed, a circular chip 14 is punched, aluminum 10 is evaporated onto the main surface of a molybdenum plate 17 to which a circumferential groove 17a is cut previously, and the circular chip 14 is alloy-fixed. Aluminum is each evaporated thickly in an NE region 12 and a P+ region 3 in the chip 14, and a cathode 15 and a gate electrode 16 are shaped respectively, thus acquiring a power semiconductor device. Accordingly, a solder material 10 flows into the circular groove 17a formed to the thermal compensating plate 17, and the region 13 with a mesa groove is not broken.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-50066

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)3月2日

H 01 L 29/74
21/304
29/06
29/72
29/74

B-7376-5F
Z-7376-5F
B-8526-5F
8526-5F
L-7376-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 電力半導体素子およびその製造方法

⑯ 特 願 昭61-194267

⑰ 出 願 昭61(1986)8月19日

⑱ 発 明 者 貞 森 将 昭 福岡県福岡市西区今宿青木690番地 三菱電機株式会社福岡製作所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

電力半導体素子およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 主面にリング状の溝が形成された円形の熱補償板と、両主面の外周に外縁と同心円のメサ溝が形成され、一方の主面に電極材料が設置され、他方の主面が前記熱補償板の主面側に前記リング状の溝にメサ溝が対向するような位置関係で合金固着された円形チップとを備えたことを特徴とする電力半導体素子。

(2) 大口径半導体ウェハに円形チップ領域を拡散および写真製版により多数個形成する工程と、前記円形チップ領域の両主面の外周に前記円形チップ領域と同心円のメサ溝を各々独立して掘設したのち前記メサ溝にガラスパッシベーションを施す工程と、前記円形チップ領域を囲んだ前記メサ溝の外周を円形にくり抜いて個々の円形チップと成す工程と、前記メサ溝の位置に対応する個所に予め溝を掘設した熱補償板の主面にろう材を設置する

工程と、前記円形チップの主面と熱補償板とを合金固着せしめる工程と、前記円形チップの他の主面に電極材料を設置する工程とを備えたことを特徴とする電力半導体素子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、電力半導体素子の構造および製造方法に関するものである。

(従来の技術)

第4図は従来の電力用サイリスタ素子の製造過程を示す。第4図(a)は、大口径ウェハ1に、公知の拡散および写真製版技術により、角形チップ領域2を形成した状態を示す斜視図であり、3はゲート極となるP⁺領域、4は陰極となるN⁺領域、破線は個々のチップに分断するための仮接線である。この場合、5の領域は、PN接合部のパッシベーションのために化学的エッチングにより掘設したメサ溝に鉛系ガラスを塗布・焼成したガラスパッシベーション領域である。

第4図(b)は個々のチップ6に分断されたチップ

の一部を示す斜視図であり、分断はダイヤモンドホイールにより傷を入れ、その後ウェハ全体を押し割って、エキスパンドフィルム上で個々のチップ6を拾う方式が採られている。

第4図(a)および(b)は、熱補償板として半導体シリコンと熱膨張率の近似したモリブデン板を合金固着させた電力サイリスタ素子の斜視図および断面図を示す。同図において、7は N_+ 領域4にアルミニウムを厚く蒸着した陰極、8は P^+ 領域3にアルミニウムを蒸着したゲート極、9は陽極としての熱補償板であり、アルミニウム又はアルミニウム・シリコン合金10を熱補償板9の主面に予め蒸着しておき、チップ6と合金固着したものを示す。

元来、半導体単結晶ウェハは、例えば結晶方位が(1.1.1)のものであれば、ある結晶軸を基準にして互いに60度の角度をなす所に次の結晶軸があり、そこが機械的にへき開割れを起こし易いという性質がある。

角形チップの場合、最終エキスパンド工程で、

大口径半導体ウェハを押し割りし易いように、結晶軸に従って少なくとも1方向のメサ溝を形成する必要がある。従って、元来へき開割れを生じ易い所にメサ溝を掘設し、電力半導体の高耐圧指向から、ベース領域に対するエミッタ領域の厚さは、一般に、ベース領域(NB)(第4図(c)参照)の $100\mu m$ に対してエミッタ領域が $50\mu m$ 程度、同じくベースの $400\mu m$ に対してエミッタ領域が $80\mu m$ と大きい。しかもメサ溝は、エミッタ領域よりも深くベース領域に食い込む形で掘設する必要があるから、最終的には、メサ溝の深さは、エミッタ領域が $50\mu m$ のものは $70\mu m$ 、同じく $80\mu m$ のものは $100\mu m$ とより深く形成する必要がある。従って、前者の場合、メサ溝部分の残り厚みは $100\mu m - 20\mu m = 80\mu m$ となり、対象がサイリスタ素子であれば $100\mu m - (20 \times 2)\mu m = 60\mu m$ となって、第5図に示すように、極めて大口径半導体ウェハは割れ易いことが分かる。

(発明が解決しようとする問題点)

3

上記のような従来の電力サイリスタ素子の構造および製法では、大口径半導体ウェハ1に縦および横方向に直線状に掘設したメサ溝に沿ってウェハ1が破れ易いこと(第5図参照)、熱補償板9とチップ6とを合金固着するときにアルミニウム、アルミニウム・シリコン合金10などのろう材のはみ出し10aの影響でガラスパッシベーション領域5を破壊すること(第4図(d)参照)、角形チップ6の場合はゲート点孤から N_+ 領域4の全域に点孤電流が広がる際に隅の部分に遅れが生じてしまうこと、合金固着時の熱ストレスも角形チップ6の隅の部分で高くなったりして取扱上破損し易いことなど、多くの欠点があった。

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、大口径半導体ウェハがメサ溝に沿って破損することを防止し、分断されたチップを熱補償板と合金固着する際にガラスパッシベーション領域がろう材で破壊されないようにすること、また、点孤が N_+ 領域全域に速く拡大するようにすること、さらに、角形チッ

4

プの場合に生じ易い合金固着時の隅の部分での熱ストレスおよび破損を防止することにある。

(問題点を解決するための手段)

このような目的を達成するために本発明は、主面にリング状の溝が形成された円形の熱補償板と、両主面の外周に外縁と同心円のメサ溝が形成され、一方の主面に電極材料が設置され、他方の主面が熱補償板の主面側にリング状の溝にメサ溝が対向するような位置関係で合金固着された円形チップとから電力半導体素子を構成するようにしたものである。

また、電力半導体素子の製造方法として、大口径半導体ウェハに円形チップ領域を拡散および写真製版により多数個形成する工程と、円形チップ領域の両主面の外周に円形チップ領域と同心円のメサ溝を各々独立して掘設したのちメサ溝にガラスパッシベーションを施す工程と、円形チップ領域を囲んだメサ溝の外周を円形にくり抜いて個々の円形チップと成す工程と、メサ溝の位置に対応する個所に予め溝を掘設した熱補償板の主面にろ

5

6

う材を設置する工程と、円形チップの主面と熱補償板とを合金固着せしめる工程と、円形チップの他の主面に電極材料を設置する工程とを設けるようにしたものである。

(作用)

本発明においては、余剰ろう材は熱補償板の溝に流れ込み、ガラスパッシベーション領域が破壊されることはない。

(実施例)

まず、本発明の概要について述べると、本発明に係わる電力半導体素子はメサ溝が円形であり、各々の円形溝が重なることなく独立しており、しかも半導体のへき開方向が直線であることと無関係である。このため、へき開方向で大口径半導体ウェハが割れることを大幅に回避することができる。

第1図は本発明に係わる電力半導体素子の一実施例を示す斜視図および断面図である。第1図(a)において、1は大口径半導体ウェハ、3はゲート領域となるP⁺領域、11は公知の方法により形

成した円形チップ領域、12は陰極となるN⁺領域、13は化学エッチングにより個々のチップに独立して掘設したメサ溝に鉛系ガラス例えば米国イノテック社のIP760TPを塗布したガラスパッシベーション領域であり、破線は個々のチップにくり抜くための仮想線である。なお、サイリスタチップであれば、他主面側にも同様のメサ溝を同時に形成して、ガラスパッシベーション領域を形成するが、図は省略する。

このような構成のウェハにおいては、両主面にメサ溝が形成された後の機械的な強度は元のウェハに比べて大きく減少する訳であるが、前述したように角形チップに比べてへき開割れの機会が極めて少なく、ウェハの加工処理ラインにおけるへき開割れ率は激減する。

次に、第2図(a)および第2図(b)に示すように、円形のガラスパッシベーション領域13の外周に円筒形のダイヤモンドブレード18を当接し、これを高速で回転させて第1図(b)のような円形チップ14をくり抜く。さらに、第1図(c)および第1

7

図(d)に示すように、予め円周状の溝17aを掘設したモリブデン板17の主面にアルミニウム10を蒸着し、円形チップ14を合金固着する。そして、円形チップ14のN⁺領域12およびP⁺領域3にそれぞれアルミニウムを厚く蒸着し、それぞれ陰極15およびゲート極16を形成して、電力半導体素子とする。

第3図は第1図(d)の示す素子を拡大して詳細に示す拡大断面図である。

上記電力半導体素子においては、熱補償板と円形チップとの合金固着による余剰ろう材が発生しても、第3図に示すように、熱補償板17に設けた溝17aにろう材10が流れ込んでガラスパッシベーション領域13を破壊することがなく、しかも円形の溝17aであるので、加工が極めて容易である。

また、チップ形状が円形であるので、角形に比べてゲート点弧データの広がりとは当然均一になる。このことは、特にセンタゲート構造の場合により明確になる。すなわち、円の中心にゲート極を配

8

置すると、ターンオンの際、まずゲート極に最も近い所よりターンオンし、時間の経過と共に陰極全体に広がっていくが、チップに流れる負荷電流の上昇率(di/dt)が急峻な場合は局部に過大な電流が集中して材料のシリコンを破壊に至らしめることがある。ターンオン領域の広がり速度は 10^4 cm/sec 程度であり、陰極の外周がゲート極に近づく程、 di/dt に対して好ましいことが分かる。このために、特に電力半導体用のチップは円形の方が信頼性が高い。

更に、合金固着工程では熱による膨張と収縮が発生するが、材料シリコンと熱補償板例えばモリブデン板とは、熱膨張率は近似こそすれども同一ではなく、必ず若干量の歪応力を内在させることになる。この場合、角形のチップであれば、構造的に歪応力を受け易く、チップは円形の方が優れている。

上述した電力半導体素子およびその製法においては、主にサイリスタについて述べたが、これに限定せず、GTOサイリスタ・逆導通サイリスタ

・トライアック・大容量トランジスタ、ダイオード等のメサ形電力半導体素子に応用できることはもちろんである。さらに、熱補償板材料としてはモリブデンに限らず、タングステン・コバルト等の半導体シリコンと熱膨張率の近似したものでもよく、円形チップにくり抜く手段としては、サンドブラスト法、エッチング法やレーザによる切断でも本発明の実施に有効である。

なお、ダイオードのようにガラスパッシベーションを1主面のみに形成する場合は、熱補償板に溝を掘設する必要はないが、ガラス焼付けで生ずるチップの両主面の熱ストレスを打ち消すため、ガラスパッシベーション領域を形成する場合は、熱補償板への溝形成は極めて有効である。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明は、チップ形状を円形にし、各々独立したメサ溝とし、熱補償板にメサ溝に合う溝を設けることにより、半導体のへき開方向が直線であることと無関係なものとなることができ、余剰ろう材を熱補償板の溝に流し込む

ことができるので、大口径半導体ウェハの破損を大幅に少なくすることができ、余剰ろう材がガラスパッシベーション領域を破壊するのを防止できる効果がある。また、ターンオン広がり均一化を図ることができ、角形チップに多い周縁部の破損を防止することができる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

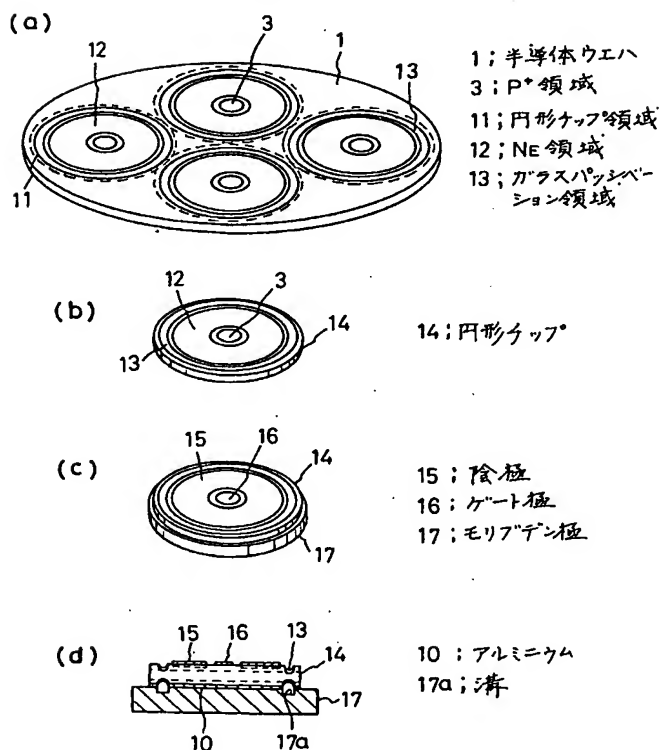
第1図～第3図は本発明に係わる電力半導体素子の一実施例およびその製造方法を示す斜視図および断面図、第4図は従来の電力半導体素子およびその製造方法を示す斜視図および断面図、第5図は従来の大口径半導体ウェハの典型的な破損例を示す斜視図である。

1…大口径半導体ウェハ、3…P⁺領域、10…アルミニウム、11…円形チップ領域、12…N_e領域、13…ガラスパッシベーション領域、14…円形チップ、15…陰極、16…ゲート極、17…モリブデン板、17a…溝。

代理人 大岩増雄

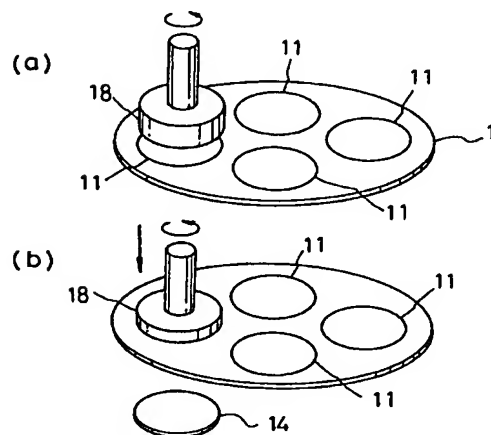
1 1

第1図

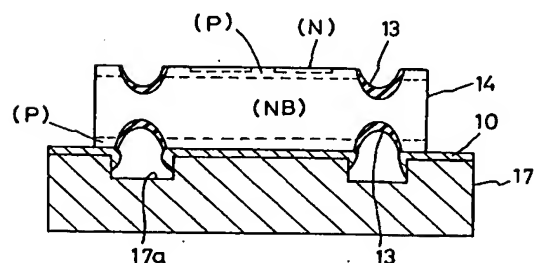


1 2

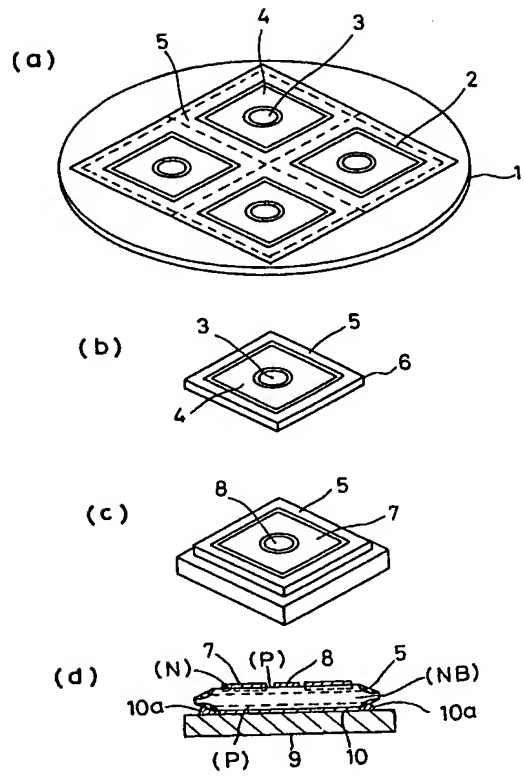
第2図



第3図



第 4 図



第 5 図

